

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 07280484 A

(43) Date of publication of application: 27 . 10 . 95

(51) Int. Cl

F28F 3/06

F25B 39/02

F28D 1/03

(21) Application number: 06068304

(71) Applicant: CALSONIC CORP

(22) Date of filing: 06 . 04 . 94

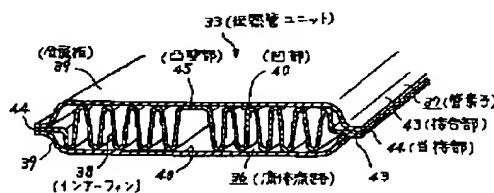
(72) Inventor: MATSUZAWA TOMOKO

(54) STACKED TYPE HEAT EXCHANGER

(57) Abstract:

PURPOSE: To lessen the number of components, to reduce time and labor relating to a component control and to enable easy manufacture of a heat transfer tube unit being light in weight.

CONSTITUTION: A fluid passage 36 is formed by metal plates 39. The metal plates 39 in a pair are assembled in a state of the respective recessed parts 40 being opposed to each other with a space formed between them and joining parts 43 are joined to each other in a liquid-tight manner, so that a tube element 37 be prepared. An inner fin 38 has an indented section. In the middle part of the fin, a projecting wall part 45 coming into contact with the recessed part 40 of the metal plate 39 on one side is formed. A heat transfer tube unit 33 is constructed of the tube element 37 and the inner fin 38. A number of the heat transfer tube units 33 are stacked in a state of outer fins interposed therebetween.



COPYRIGHT: (C)1995,JPO

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 7-280484

(43) 公開日 平成 7 年 (1995) 10 月 27 日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
F28F 3/06		A		
F25B 39/02		W		
		C		
F28D 1/03				

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平 6-68304
(22) 出願日 平成 6 年 (1994) 4 月 6 日

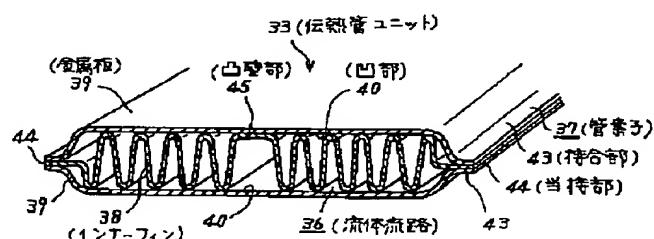
(71) 出願人 000004765
カルソニック株式会社
東京都中野区南台 5 丁目 24 番 15 号
(72) 発明者 松沢 智子
東京都中野区南台 5 丁目 24 番 15 号 力
ルソニック株式会社内
(74) 代理人 弁理士 小山 鉄造 (外 1 名)

(54) 【発明の名称】 積層型熱交換器

(57) 【要約】

【目的】 部品点数を減少させ、部品管理に係る手間を軽減する。軽量な伝熱管ユニットを容易に製造可能とする。

【構成】 金属板 39、39 に、流体路 36 を形成する。1 対の金属板 39、39 を、互いの凹部 40、40 同士が対向する状態で最中状に組み合わせ、接合部 43、43 同士を液密に接合して管素子 37 とする。インナーフィン 38 は、凹凸状断面を有する。又、中間部には一方の金属板 39 の凹部 40 に当接する凸壁部 45 を形成する。管素子 37 とインナーフィン 38 とにより伝熱管ユニット 33 をなす。多数の伝熱管ユニット 33 を、間にアウターフィンを介在させた状態で積層する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 その一端を流路入口とし、その他端を流路出口としたU字形の流体流路を有する管素子と、この流体流路に送り込まれた流体の流れを乱すべく、上記流体流路内に配設されるインナーフィンとを備えた伝熱管ユニットを、隣り合う伝熱管ユニット同士の間にアウターフィンを介在させた状態で、多数積層する事により構成される積層型熱交換器に於いて、

上記管素子は、その片面に形成され上記流体流路となる凹部と、この凹部の一端側にそれぞれ形成され上記流路入口並びに流路出口となる第一、第二の小凹部と、これら第一、第二の小凹部の一端を除く外周縁部によって構成される接合部とを備えた1対の金属板を、互いの凹部同士が対向する状態で最中状に組み合わせ、互いに当接する接合部同士を液密に接合して成り、

上記インナーフィンは、その断面形状を複数の凹凸を表裏両面に形成した凹凸状と共に、上記凹部と共に上記U字形の流体流路をなすべくその中間部に、上記凹部の一端側から連続し、他端にまでは達せず、上記1対の金属板の凹部底面同士の間で突っ張る、凸壁部を形成したものであり、

上記1対の金属板の内面と上記インナーフィンの表裏面とのうちの少なくとも一方の面に、ろう材層を積層した事を特徴とする積層型熱交換器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明に係る積層型熱交換器は、例えば自動車用空気調和装置に組み込んで、空気を冷却するエバボレータとして利用する。

【0002】

【従来の技術】 空気調和装置には、内部で冷媒を蒸発させ、外部を流通する空気を冷却するエバボレータが組み込まれている。この様な、空気調和装置に組み込まれ、エバボレータとして使用される熱交換器として従来から、図9、或は図10に示す様な積層型熱交換器が使用されている。このうち、図9に示したもののはタンク一体型の積層型熱交換器である。又、図10に示したものは、タンク別体型の積層型熱交換器である。何れの積層型熱交換器も、アルミニウム合金製の板材により造られた部材を組み合わせて成る。先ず、これら各積層型熱交換器に就いて簡単に説明する。

【0003】 図9に示したタンク一体型の積層型熱交換器は、複数個の伝熱管ユニット1、1を、互いに積層する事で構成している。上記伝熱管ユニット1、1は、2枚の金属板2、2を最中状に重ね合わせ、更に液密に接合する事で構成される。この金属板2は、図11～12に示す様に、その全周を囲む平坦部3と、この平坦部3の内側にU字形に形成された浅い第一凹部4と、この第一凹部4の両端に形成された深い第二、第三凹部5、6と、第二、第三凹部5、6の中央部に形成された通孔

2

7、8とを設けている。

【0004】 タンク一体型の積層型熱交換器を構成する複数の伝熱管ユニット1、1は、第一凹部4により構成されるU字形の部分を、流体を流す扁平管部9とし、第二、第三凹部5、6により構成される部分を、入口側タンク、或は出口側タンクの一部として機能させる。そして、これら伝熱管ユニット1、1は、図9に示す様に複数個、各伝熱管ユニット1、1を構成する金属板2、2の第二、第三凹部5、6の外面同士を突き合わせる事で積層する。そして、第二、第三凹部5、6により構成される1対の空間の内の一方の空間に入口管10を、他方の空間に出口管11を、それぞれ接続する。

【0005】 この様に複数の伝熱管ユニット1、1を積層した状態で、隣り合う伝熱管ユニット1、1の扁平管部9、9の間には、コルゲートフィン31、31等のアウターフィンを挟持してコア部とし、隣り合う扁平管部9、9の間を流れる空気等の流体と、各扁平管部9、9の内側を流れる冷媒等の流体との間の熱交換が良好に行なわれる様にする。

【0006】 又、図10に示したタンク別体型の積層型熱交換器は、前記タンク一体型の積層型熱交換器と同様、複数個の伝熱管ユニット1a、1aを、互いに積層する事で構成している。上記伝熱管ユニット1a、1aは、2枚の金属板2a、2a（図13）を最中状に重ね合わせ、更に液密に接合する事で構成される。この金属板2aは、図13に示す様に、一端縁に互いに間隔をあけて1対の突出部12、13を形成すると共に、片面にU字形の凹部14を、この凹部14の両端を上記1対の突出部12、13の端縁にまで連続させた状態で形成している。

【0007】 そして、この様な金属板2aを用いて造る、タンク別体型の積層型熱交換器の場合、この金属板2a、2aを2枚1組とし、互いの凹部14、14同士を対向させた状態で最中状に重ね合わせて互いに液密に接合する事により、U字形の折り返し流路15と、この折り返し流路15の両端に位置して端縁部から突出した1対の接合部16、17とを有する伝熱管ユニット1aとする。

【0008】 そして、複数個の伝熱管ユニット1a、1aのそれぞれの接合部16、17を、第一、第二のタンク18、19の側面にそれぞれ形成した、スリット状の接続孔20、20に挿入すると共に、各接合部16、17の外周面と各接続孔20、20の内周縁とを互いに液密にろう付け接合する。各タンク18、19は、それぞれ図13に示す様な座板21とタンク本体22とを組み合わせ、互いに液密にろう付けする事で構成されている。上記各接続孔20、20は、座板21の底面に形成されている。これと共に、隣り合う伝熱管ユニット1a、1aの間にコルゲートフィン31、31等のアウターフィンを設けてコア部を構成する。

【0009】尚、図示の例の場合、第一のタンク18の内側を隔壁32により仕切っている。これにより、上記第一のタンク18の内側を入口室23と出口室24とに分割している。そして、入口室23の側に流体送り込み口25を、出口室24の側に流体取り出し口26を、それぞれ設けている。この様に構成する事により、上記冷媒等の流体の流通経路が延長されて、熱交換効率が向上する。

【0010】ところで、上述した各積層型熱交換器においては、図示は省略したが、上記第一凹部4、凹部14に多数の突起を設けたり、或はインナーフィンを配設して、上記冷媒等の流体の流れを乱し、熱交換効率を向上させている。例えば、特開平4-155191号公報、実開平2-69289号公報、実開平4-17263号公報には、上記インナーフィンを設けた積層型熱交換器に関する発明が記載されている。このうち、特開平4-155191号公報には、図14～17に示す様に、インナーフィンを設けた、タンク一体型の積層型熱交換器に関する技術が開示されている。このうち、図14～15は第1例を、図16～17は第2例を、それぞれ示している。

【0011】上記図14～15に示す第1例の場合、金属板1bに形成した第一凹部4aの中央部に、この第一凹部4aの長さよりも少し短い突壁27を設けている。そして、この突壁27の周囲に存在する各部分28a～28cに、図15に示す様に上記各部分28a～28cにほぼ整合する形状とされたインナーフィン29a～29cを配設している。これらインナーフィン29a～29cは、多数の凸部と凹部とを互い違いに形成して成る。この様なインナーフィン29a～29cを設ける事により、それぞれ複数の金属板1bとインナーフィン29a～29cとによって構成される積層型熱交換器の使用時には、積層型熱交換器内に送り込まれた冷媒等の流体が、その流れを乱され、熱交換効率が向上する。

【0012】又、図16～17に示した第2例の構造に於いては、突壁27aの両側に2枚のインナーフィン30、30を設けている。その他の構成は上記第1例と同様である。この第2例の構造の場合も、上記第1例の構造と同様、インナーフィン30、30の存在により、積層型熱交換器内に送り込まれた冷媒等の流体が、その流れを乱され、熱交換効率が向上する。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上述した様なインナーフィンを有する積層型熱交換器に於いては、インナーフィンを設ける事に起因して、以下の様な改良すべき点がある。即ち、上述した様な、インナーフィンを有する積層型熱交換器に於いては、流体流路をU字形とする事でこの流体流路を長くし、熱交換効率の向上を図っている。この様にU字形の流体流路を構成すると共に、この流体流路にインナーフィンを設ける為、このイ

ンナーフィンを複数個（図示の例の場合、2～3個）に分割する必要がある。更に、この様にU字型の流体流路を構成する為、各金属板2、2aの中央部分等には流路形成用の突壁27、27aを形成しなければならない。この結果、積層型熱交換器を構成する構成各部品の部品点数が増え、部品管理が面倒になる。又、部品点数が多い事に伴い、製造が面倒になる。更に、上記突壁27、27aを形成する事で、この突壁27、27a形成に伴い金属板2、2aの肉が引っ張られる為、金属板2、2aの肉厚を十分に確保しなければならず、材料費並びに重量が嵩む原因となる。

【0014】尚、特開昭62-202999号公報には、図18に示す様に、インナーフィンを有する積層型交換器であって、上述した突壁を設けない熱交換器が記載されている。この公報に記載された熱交換器に於いては、上述した突壁形成に起因する肉の引っ張りを生じる事はないが、この熱交換器の冷媒流路は、冷媒入口となる通孔7a、7aを設けた金属板2の一端部（図18の左上端部）から、冷媒出口となる通孔8a、8aを設けた金属板2の他端部（図18の右下端部）までの流路しかない。従って、上述したU字形の流体流路を設けた積層型熱交換器に比較してその熱交換効率は劣る。

【0015】本発明の積層型熱交換器は、上述の様な不都合を何れも解消し、部品点数が少なく、容易に製造でき、しかも軽量で熱交換効率に優れた積層型熱交換器を提供すべく考えたものである。

【0016】

【課題を解決する為の手段】本発明の積層型熱交換器は、前述した従来の積層型熱交換器と同様、その一端を流路入口とし、その他端を流路出口としたU字形の流体流路を有する管素子と、この流体流路に送り込まれた流体の流れを乱すべく、上記流体流路内に配設されるインナーフィンとを備えた伝熱管ユニットを、隣り合う伝熱管ユニット同士の間にアウターフィンを介在させた状態で、多数積層する事により構成される。

【0017】特に、本発明の積層型熱交換器に於いては、上記管素子は、その片面に形成され上記流体流路となる凹部と、この凹部の一端側にそれぞれ形成され上記流路入口並びに流路出口となる第一、第二の小凹部と、これら第一、第二の小凹部の一端を除く外周縁部によって構成される接合部とを備えた1対の金属板を、互いの凹部同士が対向する状態で最中状に組み合わせ、互いに当接する接合部同士を液密に接合する事で構成される。又、上記インナーフィンは、その断面形状を複数の凹凸を表裏両面に形成した凹凸状とする。これと共に、上記凹部と共に上記U字形の流体流路をなすべくその中間部に、上記凹部の一端側から連続し、他端にまでは達せず、上記1対の金属板の凹部底面同士の間で突っ張る、凸壁部を形成している。更に、上記金属板の内面と上記インナーフィンの表裏面とのうちの少なくとも一方の面

には、ろう材層を積層している。

【0018】

【作用】上述の様に構成される本発明の積層型熱交換器を用いて、内部に送り込まれた冷媒等の流体と外部を流通する空気との間での熱交換に係る作用自体は、前述した従来の積層型熱交換器と同様である。特に本発明の積層型熱交換器に於いては、金属板に突壁を形成しない為、肉が引っ張られる事がなく、この金属板の肉厚を特に大きくしなくとも、金属板の製作が容易になる。又、上記伝熱管ユニットを1対の金属板と1個のインナーフィンとにより構成する為、部品点数が少なく、部品管理に要する手間を軽減できる。

【0019】

【実施例】図1～4はタンク別体型の積層型熱交換器に本発明を適用した実施例を示している。本発明に係る積層型熱交換器は、前述した従来の積層型熱交換器と同様、アルミニウム合金製の板材により造られた部材を組み合わせる事で構成され、特に伝熱管部分は多数の伝熱管ユニット33(図4)を積層する事で構成される。この伝熱管ユニット33は、その一端を流路入口34とし、その他端を流路出口35としたU字形の流体流路36を有する管素子37と、この流体流路36に送り込まれた冷媒等の流体の流れを乱すべく、流体流路36形成部分に配設されたインナーフィン38とを備える。

【0020】上記管素子37は、図1に示す様な金属板39を2枚1組とし、最中状に重ね合わせ、互いにろう付け接合する事で構成される。この際、突き合わせ部同士の液密を保持する事は勿論である。上記金属板39は、その片面に形成され上記流体流路36となる凹部40と、この凹部40の一端側(図1の上端側)にそれぞれ形成され上記流路入口34並びに流路出口35となる第一、第二の小凹部41、42と、この第一、第二の小凹部41、42の一端縁を除く外周縁部によって構成される接合部43とを備える。

	金属板	インナーフィン	アウターフィン
1	芯材の内外両面にろう材層を積層	芯材のみ	芯材のみ
2	芯材の外面にろう材層を積層	芯材の内外両面にろう材層を積層	芯材のみ
3	芯材の内面にろう材層を積層	芯材のみ	芯材の内外両面にろう材層を積層
4	芯材のみ	芯材の内外両面にろう材層を積層	芯材の内外両面にろう材層を積層

【0025】上述した金属板39、39により、管素子37を構成し、この管素子37とインナーフィン38により伝熱管ユニット33を構成する。そして、この伝熱管ユニット33を、隣り合う伝熱管ユニット33同士の間にアウターフィンを介在させた状態で多数積層す

【0021】上記インナーフィン38は、図3に示す様に、その断面形状を、複数の凹凸を表裏両面に形成した凹凸状である波型に形成している。又、その外周縁部を上記金属板39の接合部43と当接する平板状の当接部44としている。更に、上記金属板39に形成した凹部40と共に上記U字形の流体流路36をなすべく、その中間部に1対の金属板30の凹部40同士の間で突っ張る凸壁部45を形成している。

【0022】それぞれ上述の様に構成される管素子37とインナーフィン38とは、図3に示す様に、1対の金属板39、39のそれぞれに形成された接合部43、43によって、インナーフィン38の当接部44を挟持した状態でろう付け接合し、1個の伝熱管ユニット33とする。この伝熱管ユニット33の内側には、前記凹部40と凸壁部45とにより、U字形に折り返された流体流路36が形成される。

【0023】尚、上述したろう付け接合を行なうべく、例えば、金属板39、39は芯材の内外両面に、ろう材(Siを多く含むアルミニウム合金)層を積層する。この場合、インナーフィン38とアウターフィンとは芯材のままで、ろう材層を積層する必要はない。この様に、金属板39の内面にろう材層を設ける事により、これら金属板39とインナーフィン38とを加熱ろう付け可能とする。金属板39の外面にろう材層を設けるのは、前記コルゲートフィン31等のアウターフィンをろう付け接合する為である。この様に、伝熱管ユニット33を構成すべく1対の金属板39、39と1個のインナーフィン38とをろう付けすると共に、積層型熱交換器を完成すべく、隣り合う伝熱管ユニット33の間にアウターフィンをろう付けする為、これら金属板39、インナーフィン38、アウターフィンを構成する材料の組み合わせは、次表1～4のものが考えられる。

【0024】

【表1】

る。更に、図10に示す様に1対のタンクを接合し、当接部をろう付けして、積層型熱交換器として完成する。この様に構成される本発明の積層型熱交換器により、例えば、内部に送り込まれた冷媒と、外部を流通する空気とを熱交換させる際の作用自体は、前述した従来の積層

型熱交換器と同様である。

【0026】特に本発明の積層型熱交換器に於いては、金属板に凸壁部を形成しない為、金属板の肉が引っ張られる事がなく、金属板として肉厚の小さいものを使用できる。又、上記伝熱管ユニット33を1対の金属板39、39と1個のインナーフィン38により構成する為、部品点数が少なく、部品管理に要する手間を軽減できる。

【0027】尚、上述した実施例に於いては、インナーフィン38の形状を、図3に示す様にサインカーブの如き形状としたが、この他に、図5に示す様に、凹凸を交互に設けると共に、これら凹凸を上下方向で位相をずらせた構造としても良い。又、図6に示す様に、凹凸を形成すると共に、この凹凸形成部分に多数の孔46、46を設ける構成としても良い。この孔46、46を設ける位置、孔46の大きさ等は任意である。又、図6には、前記図5に示したインナーフィン38に孔46、46を設けた例を示しているが、前記図4に示すインナーフィン38に孔を設ける等、他の形状のインナーフィンに孔を設ける事は自由である。但し、何れの場合でも、凸壁部45には孔は設けない。

【0028】更に、図7～8はU字形の流体流路36のうち、出口側（図7の左側）の流路の幅寸法を、入口側（図7の右側）の流路の幅寸法よりも大きくした積層型熱交換器を示している。この様な熱交換器は、熱交換器の表面積を増大させる事で、空気調和装置の冷房能力を向上させる場合等に使用される。この様な熱交換器に本発明を適用する場合、前述した通り、1対の金属板39に凹部40と第一、第二の小凹部41、42とを形成する。更に、インナーフィン38は、図8に示す様に冷媒等の流体が送り出される出口側部分に対向する部分が、上記流体が送り込まれる入口側部分に対向する部分よりも幅広になる様、凸壁部45形成位置を一側（図8の右側）にずらせる。その他の構成、並びに作用は、前述の例と同様である。尚、図8には、インナーフィン38の凹凸形状が、図3に対応する波形のものを示したが、この凹凸形状は図5、6に示す様なものでも良い事は勿論である。

【0029】尚、前述した各実施例に於いては、1対の金属板の接合部で、インナーフィンの当接部を挟持する例に就いて説明したが、本発明はこれに限定される事はない。例えば、上記当接部を省略し、1対の金属板の内面とインナーフィンの凹凸の頂部とをろう付け接合する様にしても良い。又、前述した各実施例に於いては、本発明をタンク別体型の積層型熱交換器に適用した例に就いて説明したが、タンク一体型の積層型熱交換器に本発明を適用する事もできる。又、管素子37を構成する1対の金属板39、39に代えて、1枚の金属板の一側半部と他側半部とに、それぞれ凹部と第一、第二の小凹部とを形成し、この金属板を中央部分で折り曲げた後にろ

う付けする事で、管素子を構成する事も可能である。

又、図1に示したタンク別体型の積層型熱交換器の場合、図10に示した従来例の如く、第一のタンク18に隔壁32を設け、熱交換効率を更に向上させるべく冷媒等の流体の流通経路を長くする事は自由である。更に、インナーフィンに設ける、冷媒等の流体の流れを乱す為の凹凸は、土手状に連続するものに限らず、例えば球面状の凸部を表裏面に交互に形成したものでも良い。

【0030】

10 【発明の効果】本発明の積層型熱交換器は、以上に述べた通り構成され作用する為、部品点数が少なく、部品の製造及び管理に要する手間が軽減する。又、金属板の厚さ寸法を小さくできる為、材料費の低減と軽量化とが可能になる。更に、部品点数の減少に伴い、組み付け作業が容易になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の積層型熱交換器を構成する金属板を示しており、（A）は正面図、（B）は側面図である。

【図2】本発明の積層型熱交換器を構成するインナーフィンを示しており、（A）は正面図、（B）は側面図である。

【図3】伝熱管ユニットの断面図。

【図4】伝熱管ユニットの側面図。

【図5】インナーフィンの具体的形状の第1例を示す部分端面図。

【図6】同第2例を示す、伝熱管ユニットの部分断面図。

【図7】本発明を別の積層型熱交換器に適用した例を示す断面図。

30 【図8】この積層型熱交換器に用いられるインナーフィンの端面図。

【図9】従来の積層型熱交換器の第1例を示す正面図。

【図10】同第2例を示す斜視図。

【図11】第1例の積層型熱交換器を構成する金属板の正面図。

【図12】図11のX-X断面図。

【図13】第2例の積層型熱交換器を構成する金属板とタンクとの部分分解斜視図。

【図14】積層型熱交換器を構成する金属板とインナーフィンとの第1例を示す正面図。

40 【図15】同じくインナーフィンを示す斜視図。

【図16】積層型熱交換器を構成する金属板の第2例を示す斜視図。

【図17】同じくインナーフィンの第2例を示す斜視図。

【図18】積層型熱交換器を構成する伝熱管ユニットの別例を示す分解斜視図。

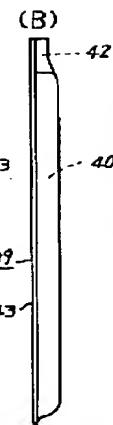
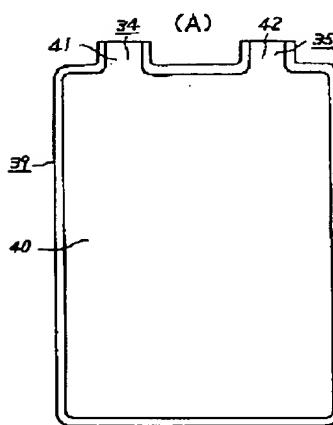
【符号の説明】

1、1a、1b 伝熱管ユニット

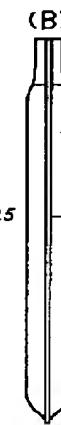
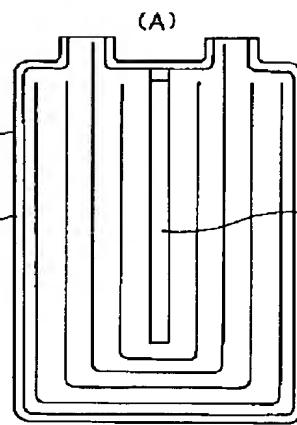
50 2、2a 金属板

3 平坦部	26 流体取り出し口
4、4a、4b 第一凹部	27、27a 突壁
5 第二凹部	28a、28b、28c 部分
6 第三凹部	29a、29b、29c、30 インナーフィン
7、7a、8、8a 通孔	31 コルゲートフィン
9 扁平管部	32 隔壁
10 入口管	33 伝熱管ユニット
11 出口管	34 流路入口
12、13 突出部	35 流路出口
14 凹部	10 36 流体流路
15 折り返し流路	37 管素子
16、17 接合部	38 インナーフィン
18 第一のタンク	39 金属板
19 第二のタンク	40 凹部
20 接続孔	41 第一の小凹部
21 座板	42 第二の小凹部
22 タンク本体	43 接合部
23 入口室	44 当接部
24 出口室	45 凸壁部
25 流体送り込み口	20 46 孔

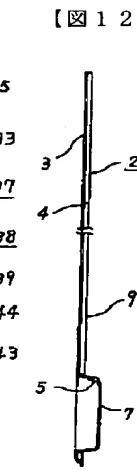
【図 1】



【図 2】

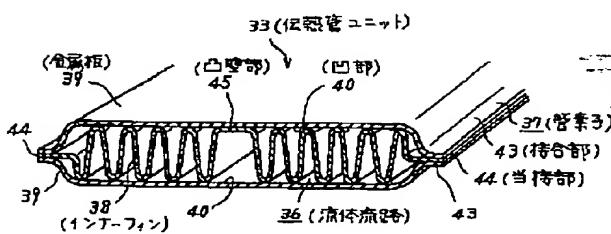


【図 4】

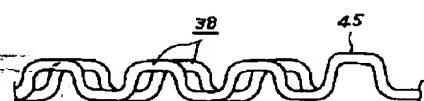


【図 12】

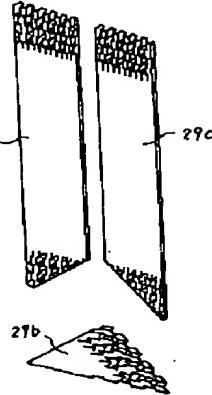
【図 3】



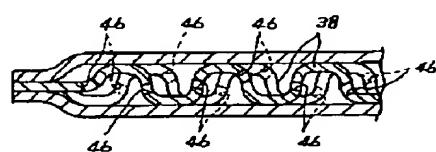
【図 5】



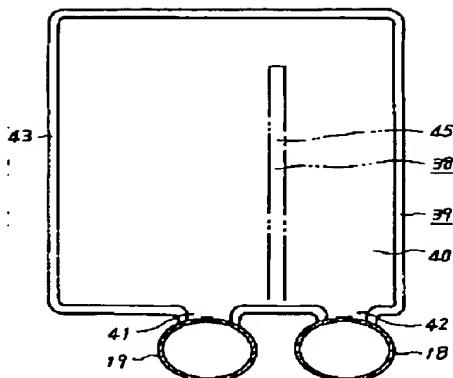
【図 15】



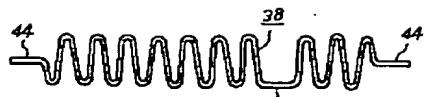
【図 6】



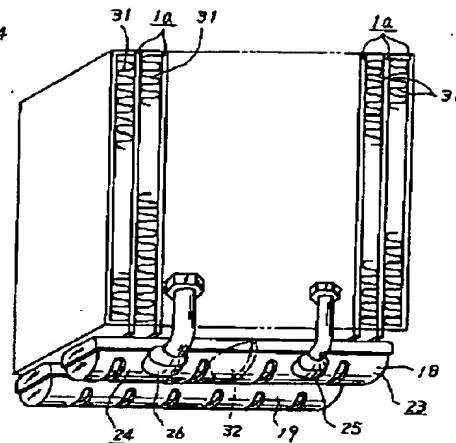
【図 7】



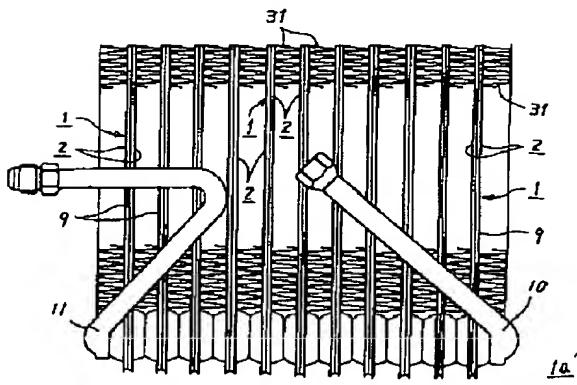
【図 8】



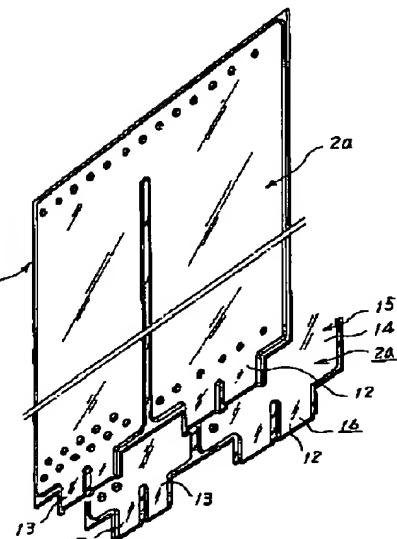
【図 10】



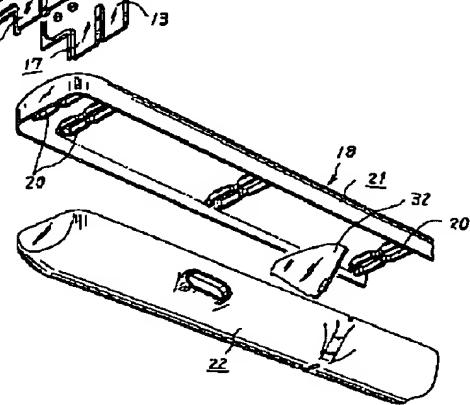
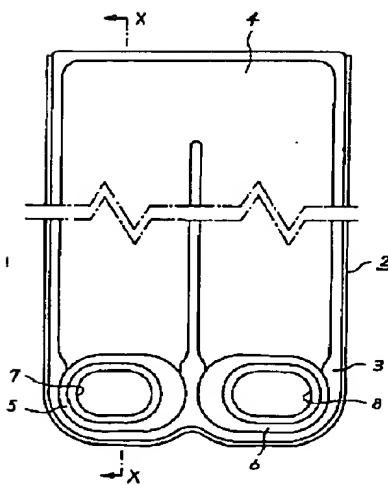
【図 9】



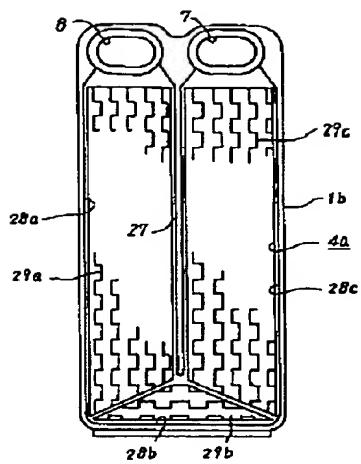
【図 13】



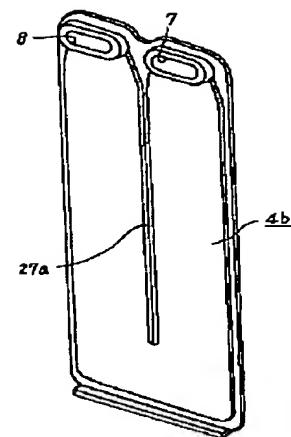
【図 11】



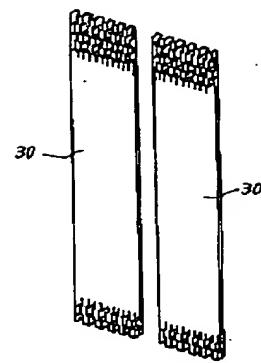
【図 1 4】



【図 1 6】



【図 1 7】



【図 1 8】

